

# Pengaruh Ameliorasi dan Pemupukan K terhadap Parameter Hubungan Q-I Kalium pada Tanah Mineral Masam

## *Effect of Amelioration and K Fertilization on Potassium Q-I Relationship Parameters on Acid Mineral Soil*

IG.M. SUBIKSA<sup>1</sup>, J. SRI ADININGSIH<sup>2</sup>, SUDARSONO<sup>3</sup>, DAN S. SABIHAM<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Hubungan antara kation terjerap pada fase padat (faktor Q) dan kation dalam larutan tanah (faktor I) dapat dinyatakan dalam kurva hubungan kuantitas-intensitas (Q-I) kalium yang telah dikembangkan oleh Beckett. Penelitian laboratorium untuk mengkaji pengaruh ameliorasi dan pemupukan K terhadap parameter Q-I kalium, telah dilakukan pada tiga famili tanah mineral masam asal Cigudeg, Kentrong, dan Papanrejo menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah tiga macam amelioran dan faktor kedua adalah tiga tingkat pemupukan K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ameliorasi dengan dolomit dan terak baja meningkatkan daya sangga K tanah ( $PBC^k$ ) akibat meningkatnya kapasitas tukar kation (KTK) dan konsentrasi K larutan tanah. Sebaliknya, ameliorasi menurunkan nisbah aktivitas K dalam keseimbangan ( $AR^{ke}$ ) sebagai akibat perubahan keseimbangan K-Ca-Mg. Namun demikian, ameliorasi tidak berpengaruh terhadap K labil, kecuali pada tanah Cigudeg. Pemupukan K meningkatkan ketersediaan K dalam hal  $AR^{ke}$  dan K labil, dan juga cenderung mengurangi daya sangga K ( $PBC^k$ ). Ketiga tanah menunjukkan tingkat perubahan ketersediaan K yang berbeda dimana tanah yang memiliki KTK lebih tinggi menunjukkan perubahan yang lebih kecil dibandingkan dengan tanah yang KTK-nya lebih rendah. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah tindakan ameliorasi pada tanah mineral masam harus diikuti dengan pemupukan K untuk menghindari defisiensi K pada tanaman.

*Kata Kunci : Ameliorasi, hara K, nisbah aktivitas, daya sangga, K labil*

### ABSTRACT

Relationship between cations adsorbed in solid phase (Q-factor) and those in soil solution (I-factor) can be expressed by quantity-intensity (Q-I) relationship curve of K that was introduced by Beckett. A laboratory experiment to study the effect of amelioration and K fertilization on K Q-I parameters was carried out on three soil families of acid upland mineral soil from Cigudeg, Kentrong, and Papanrejo. The experiment was arranged using completely randomized design with 2 factors. The first factor was three kinds of ameliorant and the second factor was three levels of K fertilization. The result suggested that amelioration with dolomite and steel slag increased K buffering capacity ( $PBC^k$ ) due to the increase in cation exchange capacity (CEC) and Ca and Mg concentration of the soil solution. Conversely, amelioration decreased equilibrium activity ratio of K ( $AR^{ke}$ ) due to alteration of K-Ca-Mg equilibrium. Amelioration, however, did not affect labile-K, except for Cigudeg soil. The application of K fertilizer increased K availability in terms of  $AR^{ke}$  and labile-K. Those three soil families performed different

changes in K availability effect, where soil with higher CEC showed smaller change than the lower one, also tended to decrease K buffering capacity ( $PBC^k$ ). The implication of this study is amelioration practice must be followed by K fertilization in order to avoid plant deficiency in K nutrient.

*Key Words : Amelioration, K nutrient, activity ratio, buffering capacity, labile K*

### PENDAHULUAN

Kalium adalah salah satu unsur hara makro yang paling banyak diperlukan tanaman setelah nitrogen dan fosfor. Tanaman menyerap K dalam bentuk K terlarut yang selalu dalam keseimbangan dengan K terjerap dalam kompleks liat. Oleh karena itu, dalam analisis ketersediaan K tanah di laboratorium, para peneliti berusaha untuk menduga keberadaan kedua bentuk K tersebut dengan berbagai metode ekstraksi. Namun, karena kondisi tanah yang beragam secara spasial dengan berbagai jenis mineral dan kadar liat, nilai uji tanah dengan metode ekstraksi tertentu tidak selalu dapat menggambarkan ketersediaan hara K untuk tanaman.

Keseimbangan kation dalam kompleks jerapan dan larutan tanah memainkan peranan penting untuk memahami bagaimana kation hara menjadi tersedia untuk tanaman, tercuci atau mengalami transformasi (Evangelou dan Karathanasis, 1986). Berdasarkan hal ini, maka ketersediaan hara K tidak hanya ditentukan oleh konsentrasi absolut hara tersebut dalam larutan tanah, tetapi juga ditentukan oleh adanya kation pesaing dalam sistem tanah. Beckett (1964) memperkenalkan hubungan kuantitas-

1. Peneliti pada Balai Penelitian Tanah, Bogor
2. Ahli Peneliti Utama pada Balai Penelitian Tanah, Bogor
3. Guru Besar pada Program Studi Tanah SPS IPB, Bogor

intensitas kalium (Q-I K) untuk memprediksi ketersediaan hara K. Menurut Le Roux dan Sumner (1968a) hubungan Q-I K lebih tepat untuk memprediksi status K pada tanah dengan variasi besar secara spasial. Penggunaan hubungan Q-I K dianggap lebih sesuai, karena parameter yang diturunkan dapat mencakup masalah tekstur dan jenis mineral sekaligus.

Jimenes dan Parra (1991) menyatakan bahwa hubungan Q-I K menunjukkan karakteristik tanah yang relatif permanen, sehingga dengan mempelajarinya dapat diketahui perilaku dan dinamika hara K pada suatu jenis tanah. Mutscher (1995) menyatakan bahwa nilai parameter hubungan Q-I K dipengaruhi oleh jenis dan kadar mineral liat. Beberapa parameter yang diturunkan dari hubungan Q-I K adalah K-labil ( $-\Delta K_o$ ), K yang dijerap spesifik ( $K_x$ ), daya sangga K tanah ( $PBC^K$ ), dan nisbah aktivitas K dalam keseimbangan ( $AR^{K_e}$ ). Le Roux dan Sumner (1968a) menunjukkan bahwa  $-\Delta K_o$  dapat menduga ketersediaan K lebih baik dibandingkan dengan  $K_{dd}$  normal ( $1M NH_4OAc$  pH 7). Namun, peneliti lainnya menyatakan bahwa  $-\Delta K_o$  dapat disamakan dengan  $K_{dd}$  (Sparks dan Leibhardt, 1981).

Daya sangga K ( $PBC^K$ ) adalah kemampuan tanah untuk mempertahankan konsentrasi K dalam larutan tanah apabila ada penambahan atau serapan K. Nilai  $PBC^K$  bervariasi dan spesifik untuk jenis tanah tertentu yang antara lain ditentukan oleh kadar dan jenis liat, kandungan bahan organik, dan lain-lain yang nilainya proporsional dengan KTK (Uribe and Cox, 1998; Sulaeman *et al.*, 2000). Pada tanah dengan  $PBC^K$  rendah, pupuk K yang ditambahkan akan mudah tercuci, sedangkan pada tanah dengan  $PBC^K$  tinggi, pupuk K yang diberikan dapat disimpan oleh tanah untuk tanaman berikutnya (Lumbanraja *et al.*, 2002). Evangelou dan Karathanasis (1986) menyatakan bahwa daya sangga K ( $PBC^K$ ) berkorelasi sangat baik dengan daya erap K ( $K_G$ ) dan kapasitas tukar kation (KTK). Evangelou (1986) mengemukakan bahwa jenis anion tidak berpengaruh terhadap  $PBC^K$  tetapi berpengaruh terhadap  $AR^{K_e}$  dan  $-\Delta K_o$  pada tanah yang

mengandung bahan organik tinggi. Penelitian Beckett (1964) dan Le Roux dan Sumner (1968b) menunjukkan bahwa pemupukan K akan meningkatkan nilai  $AR^{K_e}$ , tapi menurun dengan penambahan kapur. Nilai  $AR^{K_e}$  pada tanah yang ditanami secara kontinyu umumnya akan menurun dengan cepat apabila tidak dilakukan pemupukan K secara teratur (Sinclair, 1979; Pieri dan Oliver, 1986).

Ameliorasi seringkali dilakukan untuk mengurangi tingkat kemasaman tanah dan menekan keracunan Al pada tanah kering masam. Pemakaian bahan amelioran, baik kapur dolomit maupun terak baja, akan mempengaruhi keseimbangan kation dalam sistem tanah. Pemakaian dolomit akan meningkatkan konsentrasi Ca dan Mg dalam larutan tanah. Sedangkan pemakaian terak baja, disamping meningkatkan konsentrasi Ca dan Mg, juga meningkatkan konsentrasi kation dari logam transisi seperti Fe, Al, dan Mn. Peningkatan kelarutan semua kation logam ini akan mengubah komposisi dan keseimbangan hara sehingga berpotensi mengurangi aktivitas kation K. Namun demikian, penelitian lebih mendalam perlu dilakukan untuk mempelajari pengaruh bahan-bahan amelioran ini terhadap parameter hubungan Q-I K.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh input amelioran dan pupuk K terhadap nilai parameter hubungan Q-I K dalam kaitannya dengan ketersediaan K bagi tanaman.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai Desember 2002 di Laboratorium Kimia, Balai Penelitian Tanah, Bogor. Penelitian menggunakan bahan tanah mineral lapisan atas (kedalaman 0 – 20 cm) dari 3 lokasi terpilih yaitu Cigudeg Bogor (Typic Hapludox, halus, campuran, isohipertermik), Kentrong Banten (Typic Paleudults, halus, campuran, isohipertermik), dan Papanrejo Lampung Utara (Typic Kandiodox, halus, kaolinitik, isohipertermik). Tanah-tanah tersebut dipilih karena

memiliki ciri kimia yang berbeda, khususnya K, KTK, dan  $Al_{dd}$ , sehingga dapat mewakili sebagian tanah mineral masam. Analisis contoh tanah dilakukan menurut prosedur analisis di Laboratorium Kimia Balai Penelitian Tanah Bogor. Beberapa ciri kimia dari contoh-contoh tanah tersebut disajikan pada Tabel 1. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor (RAL faktorial) dan 3 ulangan. Faktor I adalah 3 macam ameliorasi dengan dosis yang ditentukan untuk mencapai pH 5,5 dan faktor II adalah 3 tingkat pemupukan K. Rincian perlakuan yang dicobakan adalah sebagai berikut:

Faktor I : A0 : tanpa ameliorasi

A1 : ameliorasi dengan dolomit ( $CaMg(CO_3)_2$ )

A2 : ameliorasi dengan terakbaja (campuran oksida logam alkali tanah dengan logam transisi dan silikat)

Faktor II : K0 : tanpa pemupukan K

K1 : Pupuk K 0,25 kali dosis untuk mencapai  $K_{dd}$  0,2  $cmol_c\ kg^{-1}$

K2 : Pupuk K 0,50 kali dosis untuk mencapai  $K_{dd}$  0,2  $cmol_c\ kg^{-1}$ .

Dengan menggunakan metode titrasi, dosis perlakuan dolomit untuk tanah Cigudeg, Kentrong, dan Papanrejo masing-masing adalah 2,2; 4,2; dan 1,4  $t\ ha^{-1}$ . Sedangkan dosis terak baja dihitung dari daya netralisasi kemasaman terak baja setara kapur (sebesar 65%), sehingga dosis terak baja untuk tanah Cigudeg, Kentrong, dan Papanrejo masing-masing adalah 3,4; 6,5; dan 2,2  $t\ ha^{-1}$ . Penetapan dosis K dilakukan dengan metode kurva erapan untuk mencapai  $K_{dd}$  0,2  $cmol_c\ kg^{-1}$ . Dengan metode tersebut, tanah Cigudeg, Kentrong, dan Papanrejo masing-masing memerlukan 160, 180, dan 104 ppm K.

Bahan tanah lolos ayakan 2 mm ditimbang sebanyak 5 kg, kemudian diberi perlakuan seperti yang diuraikan di atas. Tanah yang telah diberi perlakuan diinkubasikan selama 1 bulan pada tingkat kelembaban kapasitas lapang. Selama inkubasi, tanah disiram setiap 2 hari sekali selama 2 minggu

untuk mempertahankan kadar air tetap pada kapasitas lapang. Selanjutnya tanah dibiarkan mengering selama 1 minggu sampai timbul retakan dan kemudian dilakukan penyiraman kembali. Setelah 1 bulan, contoh tanah kembali dikering-anginkan (*air-dried*) untuk persiapan analisis di laboratoium. Penetapan hubungan Q-I K dilakukan berdasarkan prosedur yang dikemukakan oleh Sparks dan Leibhardt (1981). Nisbah aktivitas K ( $AR^K$ ) ditetapkan berdasarkan persamaan (1) sebagai berikut :

$$AR^K = \frac{C_K(\sigma_{KCl})^2}{\sqrt{C_{Ca} + C_{Mg}(\sigma_{CaCl_2})^{3/2}}} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

$C_{Ca}$ ,  $C_K$ ,  $C_{Mg}$ , = konsentrasi Ca, K dan Mg dalam keseimbangan

$\sigma_{KCl}$ ,  $\sigma_{CaCl_2}$ , = koefisien aktivitas KCl dan  $CaCl_2$ .

Konsentrasi  $CaCl_2$  0,002M digunakan sebagai pelarut beberapa tingkat konsentrasi KCl. Le Roux dan Sumner (1968a) mengemukakan bahwa konsentrasi  $CaCl_2$  tidak mempengaruhi nilai parameter hubungan Q-I K. Koefisien aktivitas KCl dan  $CaCl_2$  dihitung berdasarkan persamaan (2) dari Debye-Huckel dan kekuatan ion dihitung berdasarkan persamaan (3) dari konsep Lewis dan Randall (Tan, 1998), berikut ini :

$$\log \sigma_{\pm} = \frac{-az^+z^-\sqrt{I}}{1 + \alpha\beta\sqrt{I}} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

$\sigma_{\pm}$  = rata-rata koefisien aktivitas elektrolit

a = konstanta (0,5042

$z^+ z^-$  = valensi kation

$\alpha\beta$  = diasumsikan 1

$\sqrt{I}$  = kekuatan ion

$$I = 1/2 \sum_i C_i z_i^2 \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

$C_i$  = konsentrasi ion i

$Z_i$  = valensi ion i

**Tabel 1. Beberapa ciri kimia tanah Cigudeg, Kentrong, dan Papanrejo***Table 1. Some chemical properties off soil from Cigudeg, Kentrong, and Papanrejo*

Parameter	Satuan	Asal tanah		
		Cigudeg	Kentrong	Papanrejo
pH (1: 2,5 H <sub>2</sub> O)		4,3	4,2	4,5
C-organik	%	1,78	2,10	1,61
K <sub>2</sub> O – HCl 25%	mg/100 g	5	16	5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – Bray I	ppm	5,7	1,0	1,4
K <sub>dd</sub> - NH <sub>4</sub> OAc.pH7	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,05	0,21	0,05
Ca <sub>dd</sub> NH <sub>4</sub> OAc.pH7	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	2,80	3,09	2,65
Mg <sub>dd</sub> NH <sub>4</sub> OAc.pH7	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,75	0,82	0,72
CTC NH <sub>4</sub> OAc.pH7	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	11,04	23,4	7,87
Kejenuhan K	%	0,9	1,2	1,2
KB	%	34	18	45
Kejenuhan Al	%	16	48	7,7

Hubungan Q-I K ditentukan dengan membuat 12 seri konsentrasi KCl, mulai dari 0 sampai 25 ppm K dalam pelarut 0,002M CaCl<sub>2</sub>. Selanjutnya 2 g tanah dari masing-masing perlakuan ditambahkan 20 ml larutan KCl, masing-masing dengan konsentrasi tersebut di atas dan dikocok 2 kali 1 jam (selang waktu 2 jam) dengan kecepatan 180 kocokan/menit. Setelah disaring, dari filtrat yang jernih diukur konsentrasi Ca dan Mg dengan spektrofotometer dan konsentrasi K dengan flamefotometer. Faktor Q ( $\Delta K$ ) dihitung dari perubahan konsentrasi K dalam larutan. Sedangkan faktor I ( $AR^K$ ) dihitung dengan persamaan 1.

Dengan menghubungkan jumlah penambahan atau pengurangan K yang terjerap sebagai faktor Q (sumbu Y) dengan nisbah aktivitas K sebagai faktor I (sumbu X), maka akan diperoleh suatu persamaan linier  $Y = a + bX$  (Gambar 1). Gradien persamaan garis lurus tersebut mencerminkan daya sangga tanah terhadap K ( $PBC^K = \text{potential buffering capacity of K}$ ) yaitu kemampuan tanah untuk mempertahankan konsentrasi K dalam larutan tanah. Titik perpotongan dengan sumbu X adalah nisbah aktivitas K dalam keseimbangan ( $AR^K = \text{activity ratio of K in equilibrium}$ ) yang mencerminkan K tersedia untuk tanaman. Sedangkan perpotongan garis lurus dengan sumbu Y adalah K-labil ( $-\Delta K_o$ ) yang mencerminkan K tersedia untuk tanaman. Untuk menggambarkan daya erap tanah terhadap K, Evangelou dan Karathanasis (1986) membuat persamaan yang diturunkan dari persamaan Gapon:

$$K_G = \frac{PBC^K}{(Ca_{dd} + Mg_{dd})} \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

$K_G$  = Konstanta Gapon = koefisien selektivitas K = daya erap K

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh ameliorasi terhadap parameter hubungan Q-I K

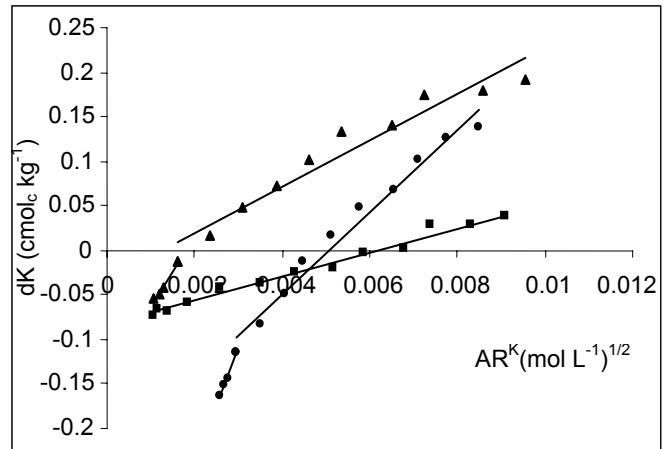
Tanah-tanah dari Cigudeg, Kentrong, dan Papanrejo memiliki KTK yang berbeda sehingga ketiganya menunjukkan perbedaan perilaku jerapan kation. Kondisi ini dapat digambarkan dengan hubungan Q-I K seperti ditampilkan pada Gambar 1. Secara alamiah, tanah Cigudeg memiliki  $AR^K$  dan  $-\Delta K_o$  yang rendah, sedangkan tanah Kentrong dan Papanrejo memiliki  $AR^K$  dan  $-\Delta K_o$  yang jauh lebih tinggi. Pada kondisi alami, rata-rata nilai  $PBC^K$  untuk tanah Cigudeg, Kentrong, dan Papanrejo masing-masing 25,93; 46,17; dan 13,58 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> / (mol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>)<sup>1/2</sup>. Perbedaan  $PBC^K$  yang tajam ini ditentukan oleh KTK tanah. Tanah dengan KTK tinggi memiliki muatan negatif cukup besar sehingga tanah mampu menyerap K lebih banyak untuk selanjutnya akan dilepaskan kembali apabila kadar K dalam larutan berkurang. Kalium yang terjerap secara spesifik (K-spesifik) hanya ditemukan pada tanah Cigudeg dan Kentrong, sedangkan pada tanah Papanrejo tidak dijumpai adanya jerapan K spesifik. Hal ini disebabkan karena tanah Papanrejo didominasi oleh mineral liat kaolinit yang bermuatan tergantung pH, sedangkan tanah Cigudeg dan Kentrong mempunyai mineral liat campuran (Gambar 2).

Perlakuan ameliorasi dengan dolomit dan terakbaja meningkatkan pH tanah, Ca<sub>dd</sub> dan Mg<sub>dd</sub>, tetapi tidak berpengaruh terhadap K<sub>dd</sub> (Tabel 2). Hal ini kemungkinan disebabkan karena ameliorasi dapat meningkatkan tapak jerapan, sehingga proses aksi masa terhadap K tidak terlalu nyata. Perubahan komposisi kation-kation dalam sistem tanah ini berpengaruh terhadap parameter hubungan Q-I K

yaitu meningkatkan daya sangga K ( $PBC^K$ ) dan menurunkan nisbah aktivitas K dalam keseimbangan ( $AR^K_e$ ) (Gambar 3 dan Tabel 3). Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Sparks dan Leibhardt (1981) dan Kasno (2002).

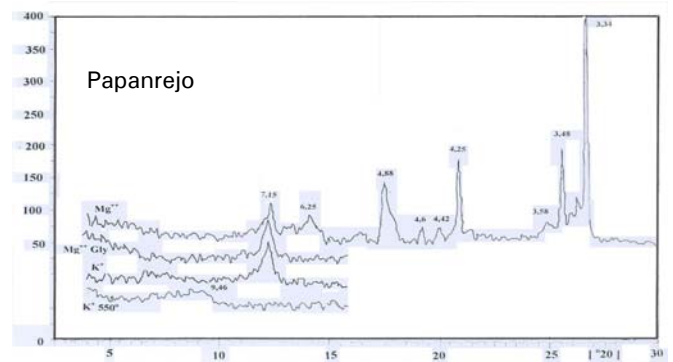
Pengaruh ameliorasi terhadap 2 parameter hubungan Q-I K ini dapat dilihat dari beberapa proses yang kemungkinan terjadi. Pertama, peningkatan pH tanah akan meningkatkan kerapatan muatan sebagai hasil dari deprotonasi gugus hidroksil, sehingga tanah akan memiliki kemampuan lebih besar untuk menyerap K. Kedua, ameliorasi dapat meningkatkan kemampuan K untuk menyaingi Al dalam menempati tapak jerapan, karena Al mempunyai afinitas lebih besar terhadap  $OH^-$ . Ketiga, bahan amelioran dapat meningkatkan kadar Ca dan Mg tanah sehingga bisa terjadi proses aksi masa yang menyebabkan K keluar dari tapak jerapan. Konsentrasi Ca dan Mg yang meningkat dalam larutan tanah akan menurunkan nisbah aktivitas  $K/(Ca + Mg)$ .

Secara keseluruhan, pengaruh amelioran adalah resultante dari semua proses tersebut diatas. Namun dari data yang diperoleh, KTK dan  $K_{dd}$  tidak mengalami perubahan yang besar sehingga proses yang ketiga merupakan faktor dominan. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Kasno (2002) pada



**Gambar 1. Hubungan Q-I K pada tanah Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo**

*Figure 1. Q-I relationship on soils from Cigudeg, Kentrong, and Papanrejo*



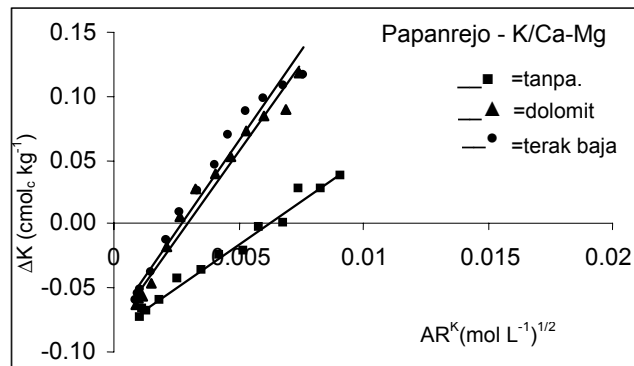
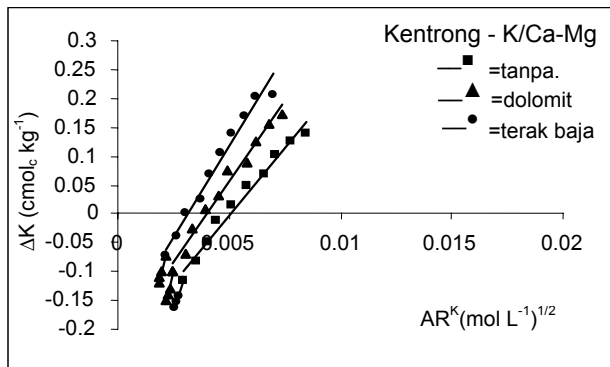
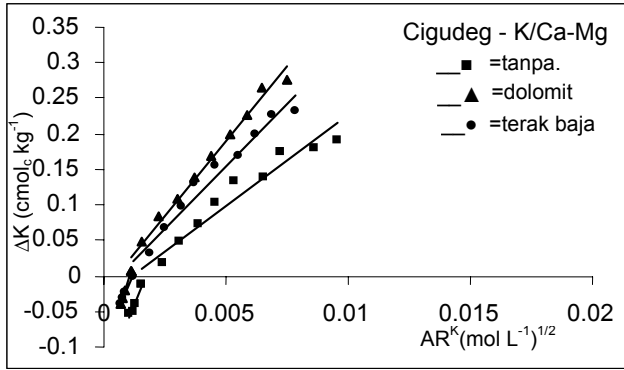
**Gambar 2. Pola difraksi sinar X mineral liat tanah Papanrejo**

*Figure 2. X-Ray diffraction pattern of clay mineral of soils from Papanrejo*

**Tabel 2. Pengaruh ameliorasi terhadap pH tanah, CEC,  $Ca_{dd}$ ,  $Mg_{dd}$ , dan  $K_{dd}$  setelah inkubasi 1 bulan**

*Table 2. Amelioration effects on soil pH, CEC, and exchangeable Ca, Mg, and K after 1 month incubation*

Asal Tanah	Ameliorasi	Dosis $t\ ha^{-1}$	pH	KTK	$Ca_{dd}$	$Mg_{dd}$	$K_{dd}$
					cmolc $kg^{-1}$		
Cigudeg	Tanpa		4,42	10,04	2,39	0,65	0,08
	Dolomit	2,2	4,97	10,24	3,09	1,19	0,07
	Terak baja	3,4	4,90	10,13	2,82	0,90	0,07
Kentrong	Tanpa		4,39	17,03	2,55	0,78	0,20
	Dolomit	4,2	5,12	17,15	3,70	1,92	0,21
	Terak baja	6,5	5,08	17,12	3,64	1,38	0,22
Papanrejo	Tanpa		4,49	5,12	2,33	0,75	0,10
	Dolomit	1,4	5,17	5,65	2,45	1,01	0,08
	Terak baja	2,2	5,16	5,51	2,35	0,87	0,08



**Gambar 3.** Hubungan antara  $\Delta K$  dengan  $AR_K$  setelah perlakuan ameliorasi

*Figure 3.* Relationship between  $\Delta K$  dengan  $AR_K$  after amelioration treatment

Ultisols Lampung yang menunjukkan bahwa penambahan Ca dalam bentuk  $CaCl_2$  meningkatkan  $PBC^K$ . Secara teoritis penambahan  $CaCl_2$  tidak akan mengubah pH, tetapi meningkatkan aktivitas Ca.

Turunnya nisbah aktivitas K karena ameliorasi menyebabkan kurva linier bertambah miring yang berarti bahwa daya sangga tanah terhadap K ( $PBC^K$ ) meningkat. Kalau nisbah aktivitas K dianggap sebagai indeks ketersediaan K, maka implikasinya adalah bahwa ameliorasi pada lahan kering masam, baik dengan dolomit maupun terak baja, akan mengurangi ketersediaan K. Oleh karena itu, ameliorasi harus disertai dengan pemupukan K agar tanaman tidak mengalami defisiensi K, terutama pada tanah yang berkadar K rendah. Namun secara teoritis, K terjerap akan segera tersedia bagi tanaman, karena  $K_{dd}$  dan K-larutan membentuk keseimbangan yang cepat (Mutscher, 1995).

Walaupun ameliorasi dapat meningkatkan daya sangga K tanah, namun daya erap K ( $K_G$  = koefisien selektivitas Gapon) tidak meningkat, kecuali pada tanah Papanrejo (Tabel 3). Hal ini diduga karena tanah Papanrejo didominasi oleh mineral liat yang mempunyai muatan tergantung pH. Seperti telah dijelaskan bahwa ameliorasi meningkatkan pH tanah sehingga tanah yang banyak mengandung mineral liat muatan tergantung pH akan mengalami peningkatan tapak jerapan kation sebagai akibat dari deprotonisasi gugus hidroksil (Uehara dan Gilman, 1981).

Pada kondisi kejenuhan K yang rendah (seperti kondisi alami ketiga tanah), maka ameliorasi akan cenderung menurunkan K-labil. Pada tanah Cigudeg,

**Tabel 3. Pengaruh ameliorasi terhadap parameter hubungan Q-I K tanah***Table 3. Amelioration effect on parameters of Q-I K relationship*

Asal Tanah	Amelioran	Dosis t ha <sup>-1</sup>	-ΔK <sub>o</sub> cmol kg <sup>-1</sup>	K-s	PBC <sup>K</sup> cmol kg <sup>-1</sup> /mol L <sup>-1/2</sup>	AR <sup>K</sup> <sub>e</sub> x10 <sup>-3</sup> (mol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	K <sub>G</sub> L mol <sup>-1</sup>
Cigudeg	Tanpa	-	0,032 a	0,108	25,93 b	1,2 a	8.60
	Dolomit	2,2	0,019 b	0,126	41,58 a	0,5 b	9.72
	Terak baja	3,4	0,023 ab	0,081	35,41 a	0,6 b	9.51
Kentrong	Tanpa	-	0,234 a	0,259	46,17 b	5,1 a	14.03
	Dolomit	4,2	0,222 a	0,190	60,30 a	3,7 ab	10.71
	Terak baja	6,5	0,196 a	0,240	62,13 a	3,2 b	12.39
Papanrejo	Tanpa	-	0,084 a	-	13,58 b	6,2 a	4.42
	Dolomit	1,4	0,078 a	-	26,97 a	2,9 b	7.80
	Terak baja	2,2	0,074 a	-	27,93 a	2,7 b	8.67

Keterangan: - ΔK<sub>o</sub> = K-labil; K-s = K spesifik; PBC<sup>K</sup> = daya sangga K; AR<sup>K</sup><sub>e</sub> = nisbah aktivitas dalam keseimbangan; K<sub>G</sub> = konstanta Gapon.

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan tanah yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

ameliorasi nyata menurunkan K-labil, tetapi penurunannya tidak nyata pada tanah Kentrong dan Papanrejo. Sedangkan pada kondisi kejenuhan K yang relatif tinggi, ameliorasi tidak berpengaruh terhadap K-labil. Hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pengapuran akan meningkatkan K-labil (Sparks dan Leibhardt, 1981). Namun, penelitian Kasno (2002) yang dicoba pada Ultisols Lampung mendukung hasil penelitian ini. Dengan penambahan dolomit atau terak baja, sebagian dari kation K yang terjerap pada kompleks jerapan akan digantikan oleh Ca dan Mg. Hal ini terbukti dengan peningkatan kadar Ca<sub>dd</sub> dan Mg<sub>dd</sub>, tetapi kandungan K<sub>dd</sub> agak menurun. Pada tanah Kentrong, peningkatan Ca<sub>dd</sub> dan Mg<sub>dd</sub> tidak diikuti dengan penurunan K<sub>dd</sub>, karena KTK tanah cukup besar. Dibandingkan dengan terak baja, ameliorasi dengan dolomit mengakibatkan penurunan K-labil yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena dolomit lebih mudah larut dibandingkan terak baja.

Ameliorasi juga tidak berpengaruh terhadap K-spesifik, karena tapak-tapak jerapan yang baru terbentuk hanya terjadi pada permukaan planar saja. Pembentukan tapak-tapak jerapan baru tersebut adalah sebagai akibat dari deprotonasi gugus hidroksil pada tepi patahan mineral liat. Daya erap tapak-tapak jerapan baru ini umumnya lemah dan sangat rentan terhadap perubahan kondisi kemasaman tanah.

#### Pengaruh Pemupukan K Terhadap Parameter Hubungan Q-I K

Pemupukan K sangat berpengaruh terhadap AR<sup>K</sup><sub>e</sub> dan -ΔK<sub>o</sub> (Tabel 4). Peningkatan AR<sup>K</sup><sub>e</sub> dan -ΔK<sub>o</sub> proporsional dengan dosis K yang diberikan. Dengan pemupukan K, maka garis linier pada kurva hubungan Q-I akan bergeser ke kanan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Le Roux dan Sumner

**Tabel 4. Pengaruh pemupukan K terhadap parameter hubungan Q-I K***Table 4. Effect of K fertiization on parameters of Q-I K relationship*

Asal Tanah	Dosis K (ppm)	Parameter Hubungan Q-I K			
		K-labil	K-spesifik	Daya sangga	AR <sup>Ke</sup>
		cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )/(mol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>½</sup>	10 <sup>-3</sup> (mol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) <sup>½</sup>
Cigudeg	0	0,032 c	0,108	25,93 a	1,2 c
	40	0,070 b	0,126	22,68 a	3,1 b
	80	0,165 a	0,081	21,95 a	7,6 a
Kentrong	0	0,234 c	0,259	46,17 a	5,1 c
	26	0,256 b	0,190	37,74 ab	6,8 b
	52	0,284 a	0,240	34,28 b	8,3 a
Papanrejo	0	0,084 c	-	13,58 a	6,2 c
	45	0,187 b	-	14,08 a	13,3 b
	90	0,269 a	-	13,55 a	19,9 a

Keterangan : - Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan tanah yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

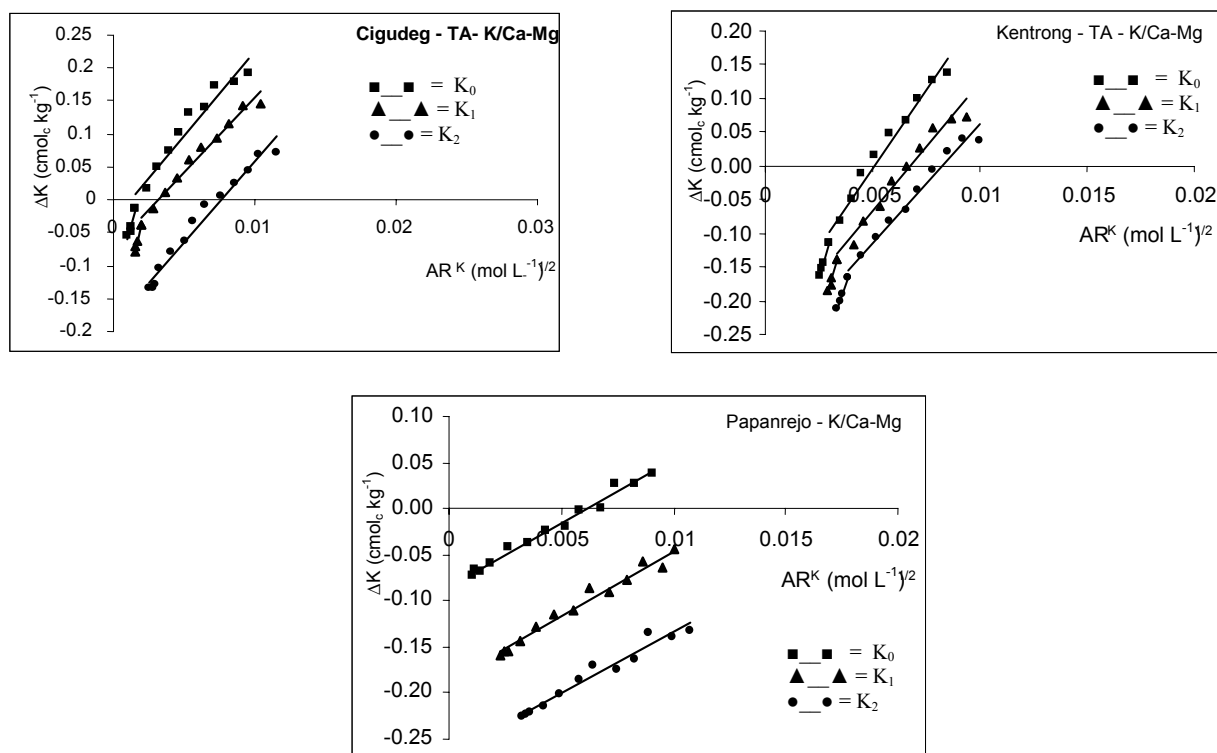
Pola peningkatan AR<sup>Ke</sup> dan -ΔKo pada masing-masing jenis tanah berbeda satu sama lain. Pada tanah Papanrejo yang memiliki KTK rendah AR<sup>Ke</sup> dan -ΔKo meningkat tajam setelah pemberian K, sedangkan pada tanah Kentrong yang memiliki KTK tinggi, peningkatan AR<sup>Ke</sup> dan -ΔKo per satuan dosis K jauh lebih rendah (Gambar 4). KTK tanah berpengaruh terhadap keseimbangan antara kation terjerap dengan kation dalam larutan tanah. Pemberian pupuk K pada tanah dengan KTK tinggi, menyebabkan proporsi K yang terjerap lebih banyak dibandingkan dengan tanah dengan KTK rendah.

Kecuali pada tanah Papanrejo, pemupukan K cenderung menyebabkan penurunan daya sangga tanah (PBC<sup>K</sup>), baik pada kondisi tanpa amelioran maupun dengan amelioran dolomit dan terak baja. Pemupukan K meningkatkan kejenuhan K pada kompleks jerapan, sehingga daya mengikat K serta

kemampuannya menyangga perubahan K dalam larutan semakin berkurang (Mutscher, 1995). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Beckett (1964) bahwa peningkatan kejenuhan K akan menurunkan PBC<sup>K</sup>. Di lain pihak beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemupukan K tidak berpengaruh terhadap PBC<sup>K</sup> (Le Roux dan Sumner, 1968b; dan Sparks dan Leibhardt, 1981). Hal ini kemungkinan berkaitan dengan dosis K yang diberikan.

Untuk kasus tanah Papanrejo, Uehara dan Gillman (1981) menyatakan bahwa pemberian K akan meningkatkan konsentrasi elektrolit dan muatan negatif permukaan karena pelepasan H gugus hidroksil (deprotonasi). Karena tanah Papanrejo didominasi oleh mineral liat kaolinit yang memiliki muatan variabel, maka pengaruh peningkatan konsentrasi K diimbangi dengan peningkatan muatan sehingga PBC<sup>K</sup> relatif tidak berubah.





**Gambar 4.** Hubungan antara K dan  $AR^K$  akibat perlakuan pemupukan K pada tanah

*Figure 4. Relationship between K and  $AR^K$  due to K fertilization on soil*

### KESIMPULAN

1. Ameliorasi pada tanah mineral masam meningkatkan  $PBC^K$  dan menurunkan  $AR^{Ke}$  sebagai akibat perubahan keseimbangan kation, terutama terjadinya peningkatan aktivitas kation pesaing Ca dan Mg dalam larutan tanah.
2. Ameliorasi akan menurunkan  $-\Delta K_0$  (K-labil) bila tidak diikuti pemupukan K. Dengan pemupukan K, pengaruh amelioran terhadap K-labil tidak nyata.
3. Pemupukan K meningkatkan  $AR^{Ke}$  dan  $-\Delta K_0$ , dimana derajat peningkatannya tergantung pada KTK tanah. Sebaliknya pemupukan K cenderung menurunkan  $PBC^K$  karena pemupukan K meningkatkan kejenuhan K.

4. Implikasi hasil penelitian dalam kaitan pengelolaan tanah mineral masam adalah bahwa pengapuran akan memicu defisiensi K bila tidak diikuti oleh pemupukan K, terutama pada tanah-tanah dengan status K rendah.

### SARAN

Nilai parameter hubungan Q-I K lebih lanjut memerlukan uji korelasi dan kalibrasi untuk mengetahui batas kritis ketersediaan hara K untuk jenis tanaman tertentu dan perlu dilakukan pada jenis tanah yang lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Beckett, P.H.T. 1964.** Studies in soil potassium I. Confirmation of the ratio law: measurement of potassium potential. *J. Soil Sci.* 15 : 1-8
- Evangelou, V.P. and A.D. Karathanasis. 1986.** Evaluation of potassium quantity-intensity relationship by a computer model employing the gapon equation. *Soil Sci. Am. J.* 50: 58-62.
- Evangelou, V.P. 1986.** The influence of anions on potassium quantity-intensity relationships. *Soil Sci. Am. J.* 30 : 1182 – 1188.
- Jimenes, C. and M.A. Parra. 1991.** Potassium quantity-intensity relationship in calcareous Vertisols and Inceptisols of Southwestern Spain. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55 : 985-989.
- Kasno, A. 2002.** Pengaruh nisbah K/Ca dalam larutan tanah terhadap dinamika hara K pada tanah Ultisols dan Vertisols lahan kering. Tesis Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Le Roux, J. and M.E. Sumner. 1968a.** Labile potassium in soil I: Factors affecting the quantity-intensity (Q-I) parameters. *J. Soil Sci.* 106 :35-41.
- Le Roux, J. and M.E. Sumner. 1968b.** Labile potassium in soil II: Effect of fertilization and nutrient uptake on the potassium status of soils. *J. Soil Sci.* 106 :331 – 337.
- Lumbanraja, J., Odry, S. Yusnaini, Sarno, dan M. Nonaka. 2002.** Fate of potassium exchange of soil in different landuse change in a mountainous area of Sumberjaya West Lampung of Sumatera. *Jurnal Tanah Tropika* 15: 51-58.
- Mutscher, H. 1995.** Measurement and assessment of soil potassium. IPI Res. Topics No.4. Int. Potash Inst.
- Pieri, C. and R. Oliver. 1986.** Assessment of K losses in tropical cropping system of francophone Africa and Madagascar. *In Nutrient Balances and needs for potassium IPI (Bern)* : 73-92.
- Sinclair, A.H. 1979.** Availability of potassium to ryegrass from Scottish soils I : Effects of intensive cropping on potassium parameters. *J. Soil Sci.* 30: 757 – 774.
- Sparks, D.L. and W.C. Leibhardt. 1981.** Effect long-term lime and potassium application on quantity-intensity (Q-I) relationships in sandy soil. *Soil Sci Soc. Am. J.* : 45 : 786-790.
- Sulaeman, Eviati, dan J. Sri Adiningsih. 2000.** Hubungan kuantitas dan intensitas kalium untuk menduga kemampuan tanah dalam penyediaan hara kalium. Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk. Cipayang-Bogor 31 Oktober - 2 November 2000.
- Tan, K. H. 1998.** Principles of soil chemistry 3<sup>rd</sup> Ed. Revised and Expanded. Marcel Dekker Inc. New York.
- Uehara, G. and G. Gillman. 1981.** The Mineralogy, Chemistry, and Physics of Tropical Soils with Variable Charge Clays. Westview Press/Boulder, Colorado.
- Uribe, E. and F.R. Cox. 1998.** Soil properties affecting the availability of potassium in highly weathered soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52 : 148 - 152.